

明 細 書

可変動弁装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の可変動弁装置に関し、詳しくは、バルブの開弁特性を機械的に変更可能な可変動弁装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば、特許文献1に開示されるように、エンジンの運転状況に応じてバルブのリフト量やバルブタイミングを機械的に変更する可変動弁装置が知られている。特許文献1に記載される可変動弁装置では、カム軸と平行に設けられた制御軸に制御アームが固定され、この制御アームにフォロワの一方の端部が揺動自在に取り付けられている。また、制御軸には揺動カムが揺動自在に取り付けられ、その揺動カム面にロッカーアームが押し当てられている。フォロワには互いに独立回転可能な第1ローラと第2ローラとが同心に取り付けられており、第1ローラはカム軸の弁カムに当接し、第2ローラは揺動カムの揺動カム面とは逆側に形成された当接面に当接している。

[0003] このような構成によれば、制御軸の回転により制御アームの回転位置が変更されることで、フォロワが変位して制御軸から揺動カムと第2ローラとの当接箇所までの距離が変化し、これによりバルブのリフト量に変更される。また、カム軸の同じ回転角度位置において第1ローラと当接する弁カムの周方向位置が変化することにより、同時にバルブタイミングも変更される。つまり、特許文献1に記載される可変動弁装置によれば、モータにより制御軸の回転角を制御することで、バルブのリフト量とバルブタイミングを同時に変更することができる。

特許文献1: 日本特開2003-239712号公報

特許文献2: 日本特開平7-63023号公報

特許文献3: 日本特開平6-74011号公報

特許文献4: 日本特開平6-17628号公報

特許文献5: 日本特開平11-36833号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1に記載の可変動弁装置では、カムによってロッカーアームを駆動する通常の動弁装置に比較して、制御軸、揺動カム、制御アーム、フォロア、及びローラ等の複数の部材からなる機構をシリンダヘッド内に新たに配置する必要がある。シリンダヘッドにはスペースの余裕が少ないため、上記のような複雑な機構を配置しようとする、既存の部材の位置関係を大きく見直したり、或いは、シリンダヘッド自体を大型化したりする必要が生じてしまう。

[0005] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、コンパクトな構成によりバルブの開弁特性を機械的に変更できるようにした可変動弁装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 第1の発明は、上記目的を達成するため、カム軸の回転に対するバルブの開弁特性を機械的に変化させる可変動弁装置であって、
前記カム軸に設けられた駆動カムと、
前記カム軸と平行に設けられ、回転角度を連続的に或いは多段階に変更可能な制御軸と、
前記制御軸に回転可能に取り付けられ、前記制御軸を中心として揺動する揺動部材と、
前記揺動部材に形成され、前記バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記バルブをリフト方向に押圧する揺動カム面と、
前記揺動部材に前記駆動カムと対向して形成されたスライド面と、
前記駆動カムと前記揺動部材との間に配置され、前記駆動カムのカム面と前記スライド面の双方に接触する中間部材と、
前記カム軸に回転可能に取り付けられた制御部材と、
前記制御部材に取り付けられ、前記中間部材を前記制御部材に対して所定の経路に沿って相対移動可能に支持する支持部材と、
前記制御部材の前記カム軸回りの回転を前記制御軸の回転に連動させる回転連

動機構と、

を備えることを特徴としている。

[0007] また、第2の発明は、上記第1の発明において、前記支持部材は、前記制御部材と一体化されたガイドとして構成されていることを特徴としている。

[0008] また、第3の発明は、上記第2の発明において、前記ガイドは、前記カム軸の中心から外側に向かって形成されていることを特徴としている。

[0009] また、第4の発明は、上記第1の発明において、前記支持部材は、前記制御部材に前記カム軸から偏心した位置を中心として揺動可能に取り付けられ、前記制御部材と前記中間部材とをリンク結合するリンク部材として構成されていることを特徴としている。

[0010] また、第5の発明は、上記第1乃至第4の何れか1つの発明において、前記回転連動機構は、前記制御軸に固定され前記制御軸とともに回転する第1ギヤと、前記制御部材に設けられ前記第1ギヤと噛み合う第2ギヤとからなることを特徴としている。

[0011] また、第6の発明は、上記第1乃至第5の何れか1つの発明において、前記回転連動機構は、前記制御軸の回転をギヤにより減速して前記制御部材に伝達する減速機構であることを特徴としている。

[0012] また、第7の発明は、上記第1乃至第6の何れか1つの発明において、前記揺動カム面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が一定の非作用面と、前記非作用面と連続して設けられ前記非作用面から離れるに従い揺動中心からの距離が次第に大きくなるように形成された作用面とを含み、

前記揺動部材の揺動に伴い前記揺動カム面の前記バルブ支持部材との接触位置が前記非作用面から前記作用面に移動することによって前記バルブがリフトすることを特徴としている。

[0013] また、第8の発明は、上記第1乃至第7の何れか1つの発明において、前記中間部材は、前記駆動カムのカム面に接触する第1ローラと、前記第1ローラと同心に配置されて前記スライド面に接触する第2ローラと、前記第1ローラと前記第2ローラとを独立回転可能に連結する連結軸とを含むことを特徴としている。

発明の効果

- [0014] 第1の発明では、カム軸の回転運動は駆動カムのカム面から中間部材を介して揺動部材のスライド面に伝達され、揺動部材の揺動運動に変換される。さらに、揺動部材の揺動運動は揺動カム面からバルブ支持部材に伝達され、バルブのリフト運動に変換される。つまり、カム軸の回転運動は、中間部材と揺動部材を介してバルブのリフト運動に変換される。
- [0015] 第1の発明において制御軸の回転角度が変更されると、制御軸の回転は回転連動機構を介して制御部材に伝達され、制御部材はカム軸を中心として回転する。中間部材は、支持部材を介して制御部材に支持されているので、制御部材がカム軸を中心に回転することにより中間部材もカム軸の回りを回動し、中間部材の駆動カム面上での位置とスライド面上での位置が変化する。中間部材のスライド面上での位置が変化することで、揺動部材の揺動角幅や初期揺動角度が変化することになり、バルブのリフト量に変化する。また、中間部材の駆動カム面上での位置が変化することで、カム軸の位相に対する揺動部材の揺動タイミングが変化することになり、バルブタイミングが変化する。
- [0016] このように、第1の発明によれば、制御軸の回転角度を制御することで、バルブの開弁特性を機械的に変更することができる。しかも、第1の発明によれば、中間部材を支持する支持部材や制御部材は既存のカム軸の回りに配置されるので、装置全体をコンパクトに構成することができる。
- [0017] 第2の発明によれば、支持部材が制御部材と一体化されたガイドとして構成されることで、バルブのリフト運動時に可動するのは揺動部材と中間部材のみとなり、可動部全体の慣性質量の増加を抑制することができる。
- [0018] また、第3の発明によれば、カム軸の中心から外側に向かってガイドが形成されることで、中間部材は駆動カムの回転に応じてカム軸の略径方向に往復運動することになり、中間部材のスライド面上での無駄な動きは抑制される。これにより、駆動カムから揺動部材への駆動力の伝達ロスを抑えることができる。
- [0019] 第4の発明によれば、中間部材はリンク部材によって制御部材にリンク結合されるので、中間部材を制御部材に対して確実に位置決めすることができる。
- [0020] 第5の発明によれば、回転連動機構として第1ギヤ及び第2ギヤからなる歯車機構

を用いることで、制御部材の回転を制御軸の回転に正確に連動させることができ、制御部材の回転角度を正確に制御することができる。

[0021] また、第6の発明によれば、回転連動機構としてギヤによる減速機構が用いられることで、制御部材から制御軸へのトルクの逆入力には抑制される。中間部材がスライド面から受ける反力によって制御部材にはカム軸回りのトルクが作用し、このトルクは駆動カムの回転に応じて変動する。制御軸にトルク変動が入力されると制御軸の回転角度にずれが生じてしまうが、第6の発明によれば、上記のように減速機構によって制御部材から制御軸へのトルクの逆入力に抑制されることにより、制御軸の回転角度のずれは防止される。

[0022] 第7の発明によれば、バルブ支持部材の作用面上での到達位置によってリフト量が決まり、バルブ支持部材が作用面上に位置している期間により作用角が決まる。前述のように揺動部材の揺動角幅や初期揺動角度が変化することで、バルブ支持部材の作用面上での到達位置が変わり、それに応じてバルブ支持部材が作用面上に位置している期間も変化する。したがって、第7の発明によれば、作用角とリフト量を連動して変化させることができる。

[0023] 第8の発明によれば、中間部材として独立回転可能な2つのローラを有し、一方の第1ローラは駆動カムのカム面に接触させ、他方の第2ローラはスライド面に接触させるようになっているので、カム軸からバルブへの駆動力の伝達系内の摩擦損失を低減し、燃費の悪化を防止することができる。しかも、2つのローラは同軸上に配置されているので、中間部材がコンパクトになるだけでなく、駆動カムのカム面とスライド面との間の距離を抑えることができ可変動弁装置全体をコンパクトに構成することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の構成を示す側面視図である。

[図2]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

[図3]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

[図4]ロッカーローラの揺動カム面上での位置とバルブのリフト量との関係を示す図である。

[図5]バルブタイミングとリフト量との関係を示す図である。

[図6]本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置の構成を示す側面視図である。

[図7]本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

[図8]本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

符号の説明

- [0025] 100, 200 可変動弁装置
- 104, 204 バルブ
- 110, 210 ロッカーアーム
- 112, 212 ロッカーローラ
- 120, 220 カム軸
- 122, 222 駆動カム
- 124(124a, 124b), 224(224a, 224b) 駆動カム面
- 130, 230 可変機構
- 132, 232 制御軸
- 134, 234 第1ギヤ
- 150, 250 揺動カムアーム
- 152(152a, 152b), 252(252a, 252b) 揺動カム面
- 156, 256 スライド面
- 160, 260 制御アーム
- 162, 262 第2ギヤ
- 166 ガイド
- 170, 270 第1ローラ
- 172, 272 第2ローラ
- 174, 274 連結軸

264 制御リンク

266 ピン

P1 第1ローラの駆動カム面上での接触位置

P2 第2ローラのスライド面上での接触位置

P3i ロッカーローラの揺動カム面上での初期接触位置

P3f ロッカーローラの揺動カム面上での最終接触位置

発明を実施するための最良の形態

[0026] 実施の形態1.

以下、図1乃至図5参照して、本発明の実施の形態1について説明する。

[0027] [本実施形態の可変動弁装置の構成]

図1は、本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置100の構成を示す側面図である。本可変動弁装置100はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸120の回転運動がカム軸120に設けられた駆動カム122によってロッカーアーム(バルブ支持部材)110の揺動運動に変換され、ロッカーアーム110に支持されるバルブ104の上下方向へのリフト運動に変換される。駆動カム122はプロフィールの異なる2つのカム面124a、124bを有している。一方のカム面である非作用面124aはカム軸120の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面124bはカム軸120の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面124aと作用面124bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面124と表記する。

[0028] 本可変動弁装置100では、駆動カム122によって直接、ロッカーアーム110を駆動するのではなく、駆動カム122とロッカーアーム110との間に、駆動カム122の回転運動にロッカーアーム110の揺動運動を連動させる可変機構130を介在させている。本可変動弁装置100は、この可変機構130を可変制御することで駆動カム122の回転運動とロッカーアーム110の揺動運動との連動状態を連続的に変化させることができ、これによりロッカーアーム110の揺動量や揺動タイミングを変化させて、バルブ104のリフト量やバルブタイミングを連続的に変更できるようになっている。

[0029] 可変機構130は、以下に説明するように、制御軸132、揺動カムアーム(揺動部材)

150、制御アーム(制御部材)160、第1ローラ170、第2ローラ172、及び、第1ローラ170と第2ローラ172を連結する連結軸174を主たる構成部材として構成されている。制御軸132は、カム軸120に平行な軸であって、ロッカーアーム110よりもカム軸120の回転方向の下流側にカム軸120に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸132の外周面には制御軸132と同心の第1ギヤ134が配置され、制御軸132に固定されている。また、制御軸132には図示しないアクチュエータ(例えばモータ)が接続されており、内燃機関のECUはアクチュエータを制御することによって制御軸132の回転角度を任意の角度に調整することができる。

[0030] 揺動カムアーム150は制御軸132に揺動可能に支持され、その先端を駆動カム122の回転方向の上流側に向けて配置されている。揺動カムアーム150の駆動カム122に対向する側には、後述する第2ローラ172に接触するスライド面156が形成されている。スライド面156は駆動カム122側に緩やかに湾曲するとともに、揺動中心である制御軸132の中心から遠くなるほど駆動カム122のカム基礎円(非作用面124a)との距離が大きくなるように形成されている。

[0031] 一方、揺動カムアーム150のスライド面156とは逆側の面には、揺動カム面152(152a, 152b)が形成されている。揺動カム面152は揺動カムアーム150の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロフィールの異なる非作用面152aと作用面152bから構成されている。そのうち非作用面152aはカム基礎円の周面であり、制御軸132の中心からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面152bは非作用面152aから見て揺動カムアーム150の先端側に設けられ、非作用面152aに滑らかに連続するように接続されるとともに、揺動カムアーム150の先端に向けて制御軸132の中心からの距離(すなわち、カム高さ)が次第に大きくなるよう形成されている。本明細書では、非作用面152aと作用面152bの双方を区別しないときには、単に揺動カム面152と表記する。

[0032] 本可変動弁装置100は、1つの駆動カム122によって2つのバルブ104を駆動する1カム2弁駆動構造を採用している。このため、揺動カムアーム150は、駆動カム122の両側に一対配置されている(図1では手前側の揺動カムアーム150のみ図示されている)。そして、揺動カムアーム150毎にロッカーアーム110が配置されている。揺

動カム面152は、ロッカーアーム110のロッカーローラ112に接触している。ロッカーローラ112はロッカーアーム110の中間部に回転自在に取り付けられている。ロッカーアーム110の一端にはバルブ104を支持するバルブシャフト102が取り付けられ、ロッカーアーム110の他端は油圧ラッシュアジャスタ106によって回転自在に支持されている。バルブシャフト102は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム110を押し上げる方向に付勢されている。ロッカーアーム110は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト102によって支持され、ロッカーローラ112は油圧ラッシュアジャスタ106によって揺動カム面152に押し当てられている。

[0033] また、揺動カムアーム150には、ロストモーションスプリング190を掛けるためのバネ座158が設けられている。バネ座158は、非作用面152aの後方に揺動カムアーム150の延伸方向とは逆方向に延びるように設けられている。ロストモーションスプリング190は圧縮バネであり、図示しない静止部材に他方の端部を固定されている。揺動カムアーム150は、ロストモーションスプリング190からバネ座158に作用するバネ力によってスライド面156側に回転するよう付勢されている。

[0034] 制御アーム160はカム軸120に回転可能に支持されている。制御アーム160には制御アーム160の回転中心、すなわち、カム軸120と同心の円弧に沿って形成された扇状の第2ギヤ162が設けられている。制御アーム160は第2ギヤ162が第1ギヤ134と同一面内に位置するようにカム軸120上の位置を調整され、また、第2ギヤ162が第1ギヤ134に対向するように回転位相を調整されている。第2ギヤ162は第1ギヤ134に噛み合わされ、制御軸132の回転が第1ギヤ134及び第2ギヤ162を介して制御アーム160に入力されるようになっている。つまり、第1ギヤ134と第2ギヤ162により、制御アーム160の回転を制御軸132の回転に連動させる連動機構が構成されている。また、第2ギヤ162の径は第1ギヤ134の径よりも大径に設定されており、第1ギヤ134と第2ギヤ162により、制御軸132の回転を減速して制御アーム160に伝達する減速機構が構成されてもいる。

[0035] なお、制御アーム160は、駆動カム122の両側に一対設けられている(図1では手前側の制御アーム160のみ図示されている)。第1ギヤ134も制御アーム160に対応

して左右の揺動カムアーム150の外側に一对設けられ、それぞれ対応する制御アーム160の第2ギヤ162に噛み合わされている。

- [0036] 制御アーム160には、カム軸120の中心側から外側に向けて、すなわち、カム軸120の略径方向に延びるガイド166が一体的に形成されている。制御アーム160は、ガイド166が揺動カムアーム150のスライド面156に対して略直角に対向するようにカム軸120に対するおおよその回転角度を調整されている。前述のように制御アーム160は駆動カム122の両側に一对配置されており、左右それぞれの制御アーム160にガイド166が形成されている。左右のガイド166には連結軸174が通されており、連結軸174はガイド166に沿って移動可能になっている。この連結軸174上には、1つの第1ローラ170と、その両側に2つの第2ローラ172が回転自在に支持されている(図1では手前側の第2ローラ172のみ図示されている)。両ローラ170, 172は駆動カム面124とスライド面156に挟まれるように配置されている。駆動カム面124には第1ローラ170が接触し、各揺動カムアーム150のスライド面156には第2ローラ172が接触している。揺動カムアーム150がロストモーションスプリング190から受ける付勢力により、第2ローラ172はスライド面156によって押し上げられ、第2ローラ172と同軸一体の第1ローラ170は駆動カム面124に押し付けられている。

- [0037] [本実施形態の可変動弁装置の動作]

次に、本可変動弁装置100の動作について図2乃至図4を参照して説明する。なお、図2及び図3では、ローラ170, 172の動きがよく分かるように、手前側の制御アーム160と第1ギヤ134の図示は省略されている。

- [0038] (1) 可変動弁装置のリフト動作

まず、図2を参照して可変動弁装置100のリフト動作について説明する。図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ104が閉弁しているときの可変動弁装置100の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ104が開弁しているときの可変動弁装置100の状態を、それぞれ表している。

- [0039] 本可変動弁装置100では、駆動カム122の回転運動は、先ず、駆動カム面124に接触する第1ローラ170に入力される。第1ローラ170は同軸一体に設けられた第2ローラ172とともにガイド166に沿って往復運動する。このとき、制御アーム160は、カ

ム軸120に対して自由回転可能であり、且つ、第1ギヤ134(図1参照)と第2ギヤ162を介して制御軸132に回転を拘束されているので、駆動カム122の回転にかかわらず一定の姿勢で静止している。ローラ170, 172のガイド166に沿った往復運動は、第2ローラ172を支持している揺動カムアーム150のスライド面156に入力される。スライド面156はロストモーションスプリング(図示略)の付勢力によって常に第2ローラ172に押し当てられているので、揺動カムアーム150は駆動カム122の回転に応じて制御軸132を中心にして揺動する。

[0040] 具体的には、図2の(A)に示す状態からカム軸120が回転すると、図2の(B)に示すように、第1ローラ170の駆動カム面124上での接触位置P1は非作用面124aから作用面124bへと移っていく。相対的に第1ローラ170は駆動カム122によって押し下げられ、同軸一体の第2ローラ172とともにガイド166によって規定された軌跡に沿って回転する。これにより、揺動カムアーム150はそのスライド面156を第2ローラ172によって押し下げられ、制御軸132を中心にして図中、時計回り方向に回転する。カム軸120がさらに回転し、第1ローラ170の駆動カム面124上での接触位置P1が作用面124bの頂部を過ぎると、今度はロストモーションスプリングとバルブスプリングによる付勢力によって、揺動カムアーム150は制御軸132を中心にして図中、反時計回り方向に回転する。

[0041] このように揺動カムアーム150が制御軸132を中心にして回転することで、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置P3が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置をP3i, P3fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置P3iと最終接触位置P3fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置を指す場合には、接触位置P3と表記するものとする。

[0042] 図2の(A)に示すように、ロッカーローラ112が非作用面152aに接触している場合には、非作用面152aは制御軸132の中心からの距離が一定であるので、その接触位置にかかわらずロッカーローラ112の空間内での位置は変化しない。したがって、ロッカーアーム110は揺動することがなく、バルブ104は一定位置に保持される。本可変動弁装置100では、ロッカーローラ112が非作用面152aに接触しているとき、

バルブ104が閉弁状態になるように各部位の位置関係が調整されている。

- [0043] そして、図2の(B)に示すように、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置P3が非作用面152aから作用面152bに切り換わると、ロッカーアーム110は作用面152bの制御軸132の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシュアジャスタ106による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、バルブ104はロッカーアーム110によって押し下げられ、開弁する。

- [0044] (2)可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図2乃至図5を参照して可変動弁装置100のリフト量変更動作について説明する。ここで、図3は可変動弁装置100がバルブ104に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している。一方、前掲の図2は可変動弁装置100がバルブ104に対して大きなリフトを与えるように動作している様子を示している。各図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ104が閉弁しているときの可変動弁装置100の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ104が開弁しているときの可変動弁装置100の状態を、それぞれ表している。

- [0045] 図2に示すリフト量から図3に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図2の(A)に示す状態において制御軸132をカム軸120の回転方向と同方向(図中、時計回り方向)に回転駆動し、図3の(A)に示す回転角度に制御アーム160を回転させる。制御アーム160の回転量は、制御軸132の回転量と、第1ギヤ134(図1参照)と第2ギヤ162のギヤ比によって決まる。両ローラ170, 172は制御リンク164によって制御アーム160に連結されているので、制御アーム160の回転に伴い、第1ローラ170は駆動カム面124に沿ってカム軸120の回転方向の上流側に移動し、第2ローラ172はスライド面156に沿って制御軸132から遠ざかる方向に移動する。

- [0046] 第2ローラ172が制御軸132から遠ざかる方向に移動することで、揺動カムアーム150の揺動中心C0から第2ローラ172のスライド面156上での接触位置P2までの距離が長くなり、揺動カムアーム150の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム150の揺動角幅は揺動中心C0から振動の入力点である接触位置P2までの距離に反比例するからである。バルブ104のリフトは、各図の(B)に示すように、第1ローラ170の駆動カム面124上での接触位置P1が作用面124bの頂部にあるときに最大となり、その

時点におけるロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置P3f(以下、最終接触位置)によってバルブ104のリフト量が決まる。図4は、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での位置とバルブリフトとの関係を示す図である。この図に示すように、最終接触位置P3fは、前述の揺動カムアーム150の揺動角幅と、各図の(A)に示すロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置P3i(以下、初期接触位置)とによって決まる。

[0047] 本実施形態の可変動弁装置100では、スライド面156は、その揺動中心からの距離が大きいほど駆動カム122のカム基礎円(非作用面124a)との距離が大きくなるように形成されている。このため、上記の接触位置P2が揺動カムアーム150の揺動中心C0から遠ざかるほど、揺動カムアーム150はスライド面156が駆動カム面124に近づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム150は制御軸132を中心にして反時計回り方向に回転することになる。これにより、図3の(A)に示すように、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での初期接触位置P3iは作用面152bから遠ざかる方向に移動する。

[0048] 上記のように、制御軸132をカム軸120の回転方向と同方向に回転させると、揺動カムアーム150の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置P3iが作用面152bから遠ざかる方向に移動する。その結果、図4に示すように、ロッカーローラ112が到達できる最終接触位置P3fは非作用面152a側に移動することになり、バルブ104のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ112が作用面152a上に位置している期間(クランク角度)が、バルブ104の作用角となるが、最終接触位置P3fが非作用面152a側に移動することで、バルブ104の作用角も減少する。さらに、第1ローラ170がカム軸120の回転方向の上流側に移動することで、カム軸120が同一回転角度にあるときの第1ローラ170の駆動カム面124上での接触位置P1は、駆動カム122の進角側に移動する。これにより、カム軸120の位相に対する揺動カムアーム150の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング(最大リフトタイミング)は進角されることになる。

[0049] 図5は可変動弁装置100により実現されるバルブ104のリフト量とバルブタイミングとの関係を示すグラフである。この図に示すように、可変動弁装置100によれば、バ

バルブ104のリフト量の増大に連動して作用角を増大させるとともにバルブタイミングを遅角することができ、逆に、バルブ104のリフト量の減少に連動して作用角を減少させるとともにバルブタイミングを進角することができる。したがって、例えば、バルブ104が吸気バルブである場合、VVT等のバルブタイミング制御機構を用いることなく、バルブ104の開きタイミングをほぼ一定とするように開弁特性を可変制御することも可能になる。

[0050] [本実施形態の可変動弁装置の利点]

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置100によれば、制御軸132を回転駆動して第1ギヤ134の回転角度を変化させることにより、第2ローラ164のスライド面上での接触位置P2と第1ローラ162の駆動カム面124上での接触位置P1を変化させ、その結果としてバルブ104のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。

[0051] しかも、既存のカム軸120に制御アーム160が取り付けられ、この制御アーム160によってローラ170、172が支持されることで、制御軸に取り付けたアームによってローラを支持する構造の従来技術に比較して装置全体をコンパクトに構成することができ、シリンダヘッド内に配置される他の部材や装置への影響を最小限に抑えることができる。さらに、両ローラ170、172が同軸上に配置されることによって駆動カム面124とスライド面156との間の距離が抑えられることも、装置全体のコンパクト化につながっている。

[0052] また、上記のような開弁特性の変更を実現する可変機構130のうち、バルブ104のリフト運動時に可動するのはローラ170、172及び連結部材174からなる中間部材と揺動カムアーム150のみであるので、可変機構130を有しない通常の動弁装置との比較において、可動部全体の慣性質量の増加は抑制されている。したがって、本実施形態の可変動弁装置100によれば、内燃機関の高回転化を妨げることがなく、また、燃費の低下も抑制することができる。

[0053] さらに、ローラ170、172を支持するガイド166はカム軸120の中心から外側に向かって形成されているので、ローラ170、172は駆動カム122の回転に応じてカム軸120の略径方向に往復運動することになる。これにより、ローラ170、172のスライド面1

56上での無駄な動きは抑制され、駆動カム122から揺動カムアーム150への駆動力の伝達ロスを抑えることができる。このことによっても、内燃機関の燃費の低下は抑制される。

[0054] なお、駆動カム122の回転によるバルブ104のリフト運動時には、ロストモーションスプリング190や図示しないバルブスプリングの反力がスライド面156からローラ170, 172に輸入され、ローラ170, 172を支持する制御アーム160にはカム軸120回りのトルクが作用する。上記の反力は揺動カムアーム150の揺動によって変動するため、制御アーム160に作用するトルクにも変動が生じる。このトルク変動が制御アーム160から制御軸132に逆輸入されると、制御軸132の回転角度にずれが生じてしまう。制御軸132の回転角度にずれが生じると、ローラ170, 172の駆動カム面124やスライド面156上での接触位置P1, P2にもずれが生じることになり、所望の開弁特性を得ることができなくなってしまう。

[0055] この点に関し、本実施形態の可変動弁装置100によれば、制御軸132の回転と制御アーム160の回転とを連動させるギヤ134, 162は減速機構を構成しているので、制御アーム160から制御軸132へのトルク変動の逆輸入を抑制することができ、制御軸の回転角度のずれを防止することができる。つまり、高い精度でバルブ104の開弁特性を可変制御することができる。

[0056] 実施の形態2.

以下、図6乃至図8参照して、本発明の実施の形態2について説明する。

[0057] [本実施形態の可変動弁装置の構成]

図6は、本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置200の構成を示す側面視図である。本可変動弁装置200はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸220の回転運動がカム軸220に設けられた駆動カム222によってロッカーアーム(バルブ支持部材)210の揺動運動に変換され、ロッカーアーム210に支持されるバルブ204の上下方向へのリフト運動に変換される。駆動カム222はプロフィールの異なる2つのカム面224a, 224bを有している。一方のカム面である非作用面224aはカム軸220の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面224bはカム軸220の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に

小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面224aと作用面224bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面224と表記する。

[0058] 本可変動弁装置200も、実施の形態1と同様、駆動カム222とロッカーアーム210との間に、駆動カム222の回転運動にロッカーアーム210の揺動運動を連動させる可変機構230を介在させている。可変機構230は、以下に説明するように、制御軸232、揺動カムアーム(揺動部材)250、制御アーム(制御部材)260、制御リンク(リンク部材)264、第1ローラ270、第2ローラ272、及び、第1ローラ270と第2ローラ272を連結する連結軸274を主たる構成部材として構成されている。制御軸232は、カム軸220に平行な軸であって、ロッカーアーム210よりもカム軸220の回転方向の下流側にカム軸220に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸232の外周面には制御軸232と同心の第1ギヤ234が配置され、制御軸232に固定されている。また、制御軸232には図示しないアクチュエータ(例えばモータ)が接続されており、内燃機関のECUはアクチュエータを制御することによって制御軸232の回転角度を任意の角度に調整することができる。

[0059] 揺動カムアーム250は制御軸232に揺動可能に支持され、その先端を駆動カム222の回転方向の上流側に向けて配置されている。揺動カムアーム250の駆動カム222に対向する側には、後述する第2ローラ272に接触するスライド面256が形成されている。スライド面256は駆動カム222側に緩やかに湾曲するとともに、揺動中心である制御軸232の中心から遠くなるほど駆動カム222のカム基礎円(非作用面224a)との距離が大きくなるように形成されている。

[0060] 一方、揺動カムアーム250のスライド面256とは逆側の面には、揺動カム面252(252a, 252b)が形成されている。揺動カム面252は揺動カムアーム250の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロフィールの異なる非作用面252aと作用面252bから構成されている。そのうち非作用面252aはカム基礎円の周面であり、制御軸232の中心からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面252bは非作用面252aから見て揺動カムアーム250の先端側に設けられ、非作用面252aに滑らかに連続するように接続されるとともに、揺動カムアーム250の先端に向けて制御軸232の中心からの距離(すなわち、カム高さ)が次第に大きくなるよう形成されている。

本明細書では、非作用面252aと作用面252bの双方を区別しないときには、単に揺動カム面252と表記する。

- [0061] 本可変動弁装置200は、1つの駆動カム222によって2つのバルブ204を駆動する1カム2弁駆動構造を採用している。このため、揺動カムアーム250は、駆動カム222の両側に一対配置されている(図6では手前側の揺動カムアーム250のみ図示されている)。そして、揺動カムアーム250毎にロッカーアーム210が配置されている。揺動カムアーム250の揺動カム面252は、ロッカーアーム210のロッカーローラ212に接触している。ロッカーローラ212はロッカーアーム210の中間部に回転自在に取り付けられている。ロッカーアーム210の一端にはバルブ204を支持するバルブシャフト202が取り付けられ、ロッカーアーム210の他端は油圧ラッシュアジャスタ206によって回転自在に支持されている。バルブシャフト202は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム210を押し上げる方向に付勢されている。ロッカーアーム210は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト202によって支持され、ロッカーローラ212は油圧ラッシュアジャスタ206によって揺動カム面252に押し当てられている。
- [0062] また、揺動カムアーム250には、図示しないロストモーションスプリングを掛けるためのバネ座面258が形成されている。バネ座面258は、非作用面252aに関し作用面252bとは逆側に形成されている。ロストモーションスプリングは圧縮バネであり、図示しない静止部材に他方の端部を固定されている。揺動カムアーム250は、ロストモーションスプリングからバネ座面258に作用するバネ力によってスライド面256側に回転するよう付勢されている。
- [0063] 制御アーム260はカム軸220に回転可能に支持されている。制御アーム260には制御アーム260の回転中心、すなわち、カム軸220と同心の円弧に沿って形成された扇状の第2ギヤ262が設けられている。制御アーム260は第2ギヤ262が第1ギヤ234と同一面内に位置するようにカム軸220上の位置を調整され、また、第2ギヤ262が第1ギヤ234に対向するように回転位相を調整されている。第2ギヤ262は第1ギヤ234に噛み合わされ、制御軸232の回転が第1ギヤ234及び第2ギヤ262を介して制御アーム260に入力されるようになっている。つまり、第1ギヤ234と第2ギヤ262

により、制御アーム260の回転を制御軸232の回転に連動させる回転連動機構が構成されている。また、第2ギヤ262の径は第1ギヤ234の径よりも大径に設定されており、第1ギヤ234と第2ギヤ262により、制御軸232の回転を減速して制御アーム260に伝達する減速機構が構成されてもいる。

[0064] 制御アーム260には、その回動中心であるカム軸220の中心から偏心した位置に制御リンク264が回転自在に取り付けられている。制御リンク264はその支点側の両端部に接続ピン266を備えており、この接続ピン266を制御アーム260に回転自在に支持されている。制御アーム260上での接続ピン266の位置は、制御アーム260の回動中心に関し第2ギヤ262のほぼ反対側となっている。制御リンク264は、接続ピン266を支点として先端を制御軸232に向けて配置されている。なお、制御アーム260は駆動カム222の両側に一对設けられ、左右の制御アーム260によって制御リンク264が支持されている(図6では手前側の制御アーム260は省略されている)。

[0065] 制御リンク264は、左右一对のアーム268を有しており、左右のアーム268によって連結軸274を支持している(図6では手前側のアーム268のみ図示されている)。連結軸274上には、1つの第1ローラ270と、その両側に2つの第2ローラ272が回転自在に支持されている(図6では手前側の第2ローラ272のみ図示されている)。制御リンク264は、揺動カムアーム250の延伸方向に対向するように先端を制御軸232の方向に向けて配置され、両ローラ270, 272は駆動カム面224とスライド面256に挟まれるように配置されている。駆動カム面224には第1ローラ270が接触し、各揺動カムアーム250のスライド面256には第2ローラ272が接触している。揺動カムアーム250がロストモーションスプリングから受ける付勢力により、第2ローラ272はスライド面256によって押し上げられ、第2ローラ272と同軸一体の第1ローラ270は駆動カム面224に押し付けられている。

[0066] [本実施形態の可変動弁装置の動作]

次に、本可変動弁装置200の動作について図7及び図8を参照して説明する。

[0067] (1) 可変動弁装置のリフト動作

まず、図7を参照して可変動弁装置200のリフト動作について説明する。図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ204が閉弁しているときの可変動弁装置200の状態を、

また、(B)はリフト動作の過程でバルブ204が開弁しているときの可変動弁装置200の状態を、それぞれ表している。

- [0068] 本可変動弁装置200では、駆動カム222の回転運動は、先ず、駆動カム面224に接触する第1ローラ270に入力される。第1ローラ270は同軸一体に設けられた第2ローラ272とともにピン266を中心に揺動し、その運動は第2ローラ272を支持している揺動カムアーム250のスライド面256に入力される。スライド面256はロストモーションスプリング(図示略)の付勢力によって常に第2ローラ272に押し当てられているので、揺動カムアーム250は駆動カム222の回転に応じて制御軸232を中心にして揺動する。
- [0069] 具体的には、図7の(A)に示す状態からカム軸220が回転すると、図7の(B)に示すように、第1ローラ270の駆動カム面224上での接触位置P1は非作用面224aから作用面224bへと移っていく。相対的に第1ローラ270は駆動カム222によって押し下げられ、同軸一体の第2ローラ272とともに制御リンク264によって規定された軌跡に沿って回転する。これにより、揺動カムアーム250はそのスライド面256を第2ローラ272によって押し下げられ、制御軸232を中心にして図中、時計回り方向に回転する。カム軸220がさらに回転し、第1ローラ270の駆動カム面224上での接触位置P1が作用面224bの頂部を過ぎると、今度はロストモーションスプリングとバルブスプリングによる付勢力によって、揺動カムアーム250は制御軸232を中心にして図中、反時計回り方向に回転する。
- [0070] このように揺動カムアーム250が制御軸232を中心にして回転することで、ロッカーローラ212の揺動カム面252上での接触位置P3が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ212の揺動カム面252上での接触位置をP3i、P3fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置P3iと最終接触位置P3fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ212の揺動カム面252上での接触位置を指す場合には、接触位置P3と表記するものとする。
- [0071] 図7の(A)に示すように、ロッカーローラ212が非作用面252aに接触している場合には、非作用面252aは制御軸232の中心からの距離が一定であるので、その接触位置にかかわらずロッカーローラ212の空間内での位置は変化しない。したがって、

ロッカーアーム210は揺動することがなく、バルブ204は一定位置に保持される。本可変動弁装置200では、ロッカーローラ212が非作用面252aに接触しているとき、バルブ204が閉弁状態になるように各部位の位置関係が調整されている。

- [0072] そして、図7の(B)に示すように、ロッカーローラ212の揺動カム面252上での接触位置P3が非作用面252aから作用面252bに切り換わると、ロッカーアーム210は作用面252bの制御軸232の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシュアジャスタ106による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、バルブ204はロッカーアーム210によって押し下げられ、開弁する。

[0073] (2) 可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図7及び図8を参照して可変動弁装置200のリフト量変更動作について説明する。ここで、図8は可変動弁装置200がバルブ204に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している。一方、前掲の図7は可変動弁装置200がバルブ204に対して大きなリフトを与えるように動作している様子を示している。各図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ204が閉弁しているときの可変動弁装置200の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ204が開弁しているときの可変動弁装置200の状態を、それぞれ表している。

- [0074] 図7に示すリフト量から図8に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図7の(A)に示す状態において制御軸232をカム軸220の回転方向と同方向(図中、時計回り方向)に回転駆動し、図8の(A)に示す回転角度に制御アーム260を回転させる。制御アーム260の回転量は、制御軸232の回転量と、第1ギヤ234(図1参照)と第2ギヤ262のギヤ比によって決まる。両ローラ270、272は制御リンク264によって制御アーム260に連結されているので、制御アーム260の回転に伴い、第1ローラ270は駆動カム面224に沿ってカム軸220の回転方向の上流側に移動し、第2ローラ272はスライド面256に沿って制御軸232から遠ざかる方向に移動する。

- [0075] 第2ローラ272が制御軸232から遠ざかる方向に移動することで、揺動カムアーム250の揺動中心C0から第2ローラ272のスライド面256上での接触位置P2までの距離が長くなり、揺動カムアーム250の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム250の揺動角幅は揺動中心C0から振動の入力点である接触位置P2までの距離に反比例す

るからである。バルブ204のリフトは、各図の(B)に示すように、第1ローラ270の駆動カム面224上での接触位置P1が作用面224bの頂部にあるときに最大となり、その時点におけるロッカーローラ212の揺動カム面252上での接触位置P3f(以下、最終接触位置)によってバルブ204のリフト量が決まる。この最終接触位置P3fは、実施の形態1の場合と同様(図4参照)、前述の揺動カムアーム250の揺動角幅と、各図の(A)に示すロッカーローラ212の揺動カム面252上での接触位置P3i(以下、初期接触位置)とによって決まる。

[0076] 本実施形態の可変動弁装置200では、スライド面256は、その揺動中心からの距離が大きいほど駆動カム222のカム基礎円(非作用面224a)との距離が大きくなるように形成されている。このため、上記の接触位置P2が揺動カムアーム250の揺動中心C0から遠ざかるほど、揺動カムアーム250はスライド面256が駆動カム面224に近づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム250は制御軸232を中心にして反時計回り方向に回転することになる。これにより、図8の(A)に示すように、ロッカーローラ212の揺動カム面252上での初期接触位置P3iは作用面252bから遠ざかる方向に移動する。

[0077] 上記のように、制御軸232をカム軸220の回転方向と同方向に回転させると、揺動カムアーム250の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置P3iが作用面252bから遠ざかる方向に移動する。その結果、ロッカーローラ212が到達できる最終接触位置P3fは非作用面252a側に移動することになり、バルブ204のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ212が作用面252b上に位置している期間(クランク角度)が、バルブ204の作用角となるが、最終接触位置P3fが非作用面252a側に移動することで、バルブ204の作用角も減少する。さらに、第1ローラ270がカム軸220の回転方向の上流側に移動することで、カム軸220が同一回転角度にあるときの第1ローラ270の駆動カム面224上での接触位置P1は、駆動カム222の進角側に移動する。これにより、カム軸220の位相に対する揺動カムアーム250の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング(最大リフトタイミング)は進角されることになる。

[0078] [本実施形態の可変動弁装置の利点]

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置200によれば、制御軸232の回転

角度を変化させることにより、第2ローラ272のスライド面256上での接触位置P2と第1ローラ270の駆動カム面224上での接触位置P1を変化させ、その結果としてバルブ204のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。つまり、本実施形態の可変動弁装置200によっても、実施の形態1の可変動弁装置100と同様、図5に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

[0079] また、本実施形態の可変動弁装置200によっても、実施の形態1と同様、既存のカム軸220に制御アーム260が取り付けられ、この制御アーム260に取り付けられた制御リンク264によってローラ270, 272が支持されることで、装置全体をコンパクトに構成することができ、シリンダヘッド内に配置される他の部材や装置への影響を最小限に抑えることができる。両ローラ270, 272が同軸上に配置されることによって駆動カム面224とスライド面256との間の距離が抑えられることも、実施の形態1と同様である。

[0080] また、本実施形態の可変動弁装置200では、ローラ270, 272は制御リンク264によって支持されているが、制御軸に取り付けたアームによってローラを支持する構造の従来技術に比較して、カム軸220の近傍でローラ270, 272を支持する制御リンク264の長さは短くてすむ。したがって、本実施形態の可変動弁装置200によっても、従来技術に比較して可動部全体の慣性質量の増加を抑制することができる。

[0081] また、本実施形態の可変動弁装置200によっても、実施の形態1と同様に、制御軸232の回転と制御アーム260の回転とを連動させるギヤ234, 264は減速機構を構成しているので、制御アーム260から制御軸232へのトルク変動の逆入力を抑制することができ、制御軸の回転角度のずれを防止することができる。

[0082] その他、

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば、次のように変形して実施してもよい。

[0083] 上記実施の形態では、制御軸132, 232に固定された第1ギヤ134, 234と、制御アーム160, 260に設けられた第2ギヤ162, 262とを噛み合わせることで、第1の発明の「回転連動機構」を構成しているが、第1ギヤ134, 234と第2ギヤ162, 262との

間に1又は複数の中間ギヤを配置してもよい。また、ウォームギヤを歯車機構として用いてもよい。さらに、歯車機構の他、チェーン機構やベルト機構を「連動機構」として用いてもよい。

[0084] また、上記実施の形態では、本発明をロッカーアーム方式の動弁装置に適用しているが、直動式等の他の形式の動弁装置にも適用可能である。

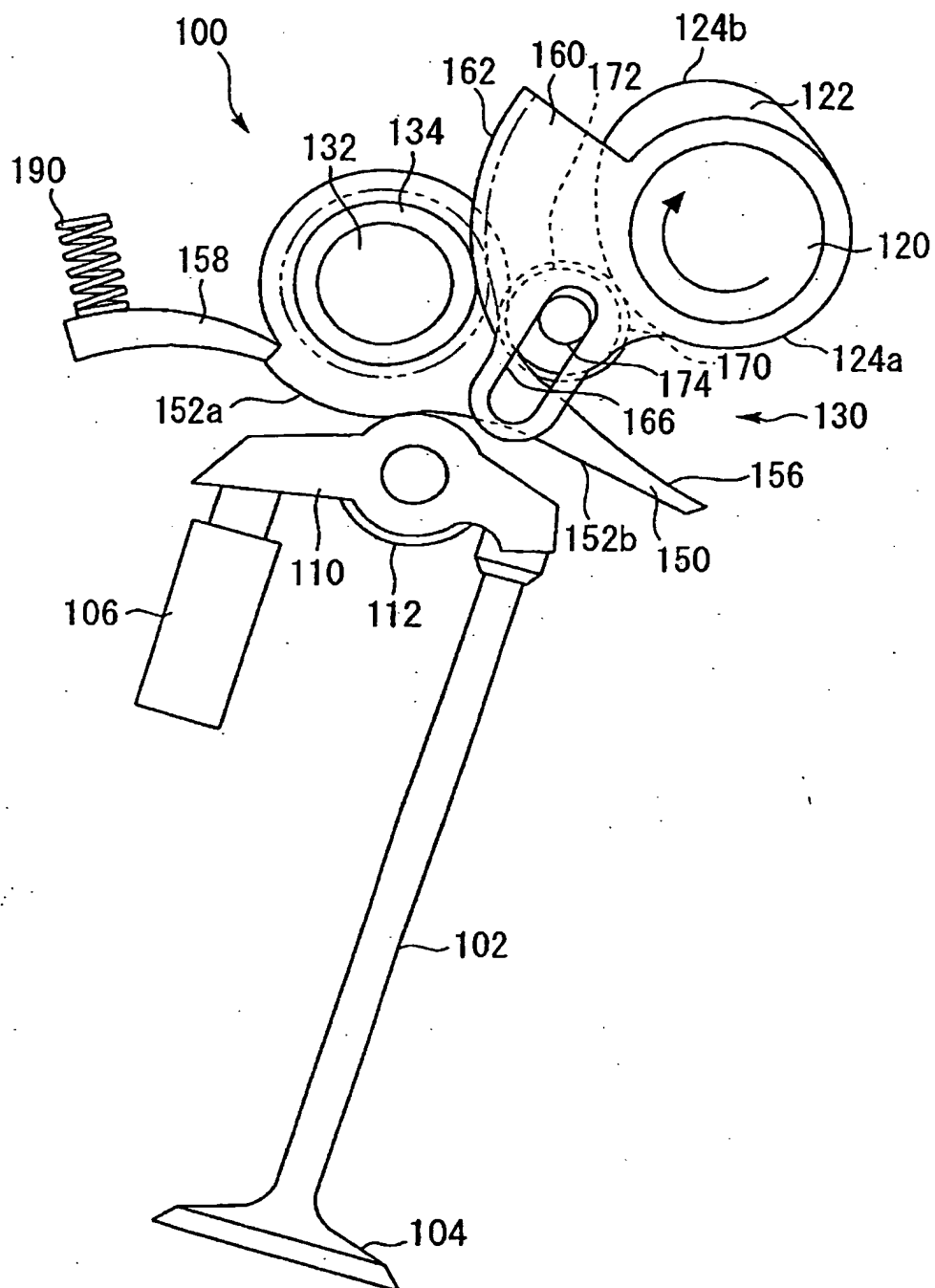
請求の範囲

- [1] カム軸の回転に対するバルブの開弁特性を機械的に変化させる可変動弁装置であって、
前記カム軸に設けられた駆動カムと、
前記カム軸と平行に設けられ、回転角度を連続的に或いは多段階に変更可能な制御軸と、
前記制御軸に回転可能に取り付けられ、前記制御軸を中心として揺動する揺動部材と、
前記揺動部材に形成され、前記バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記バルブをリフト方向に押圧する揺動カム面と、
前記揺動部材に前記駆動カムと対向して形成されたスライド面と、
前記駆動カムと前記揺動部材との間に配置され、前記駆動カムのカム面と前記スライド面の双方に接触する中間部材と、
前記カム軸に回転可能に取り付けられた制御部材と、
前記制御部材に取り付けられ、前記中間部材を前記制御部材に対して所定の経路に沿って相対移動可能に支持する支持部材と、
前記制御部材の前記カム軸回りの回転を前記制御軸の回転に連動させる回転連動機構と、
を備えることを特徴とする可変動弁装置。
- [2] 前記支持部材は、前記制御部材と一体化されたガイドとして構成されていることを特徴とする請求項1記載の可変動弁装置。
- [3] 前記ガイドは、前記カム軸の中心から外側に向かって形成されていることを特徴とする請求項2記載の可変動弁装置。
- [4] 前記支持部材は、前記制御部材に前記カム軸から偏心した位置を中心として揺動可能に取り付けられ、前記制御部材と前記中間部材とをリンク結合するリンク部材として構成されていることを特徴とする請求項1記載の可変動弁装置。
- [5] 前記回転連動機構は、前記制御軸に固定され前記制御軸とともに回転する第1ギヤと、前記制御部材に設けられ前記第1ギヤと噛み合う第2ギヤとからなることを特徴

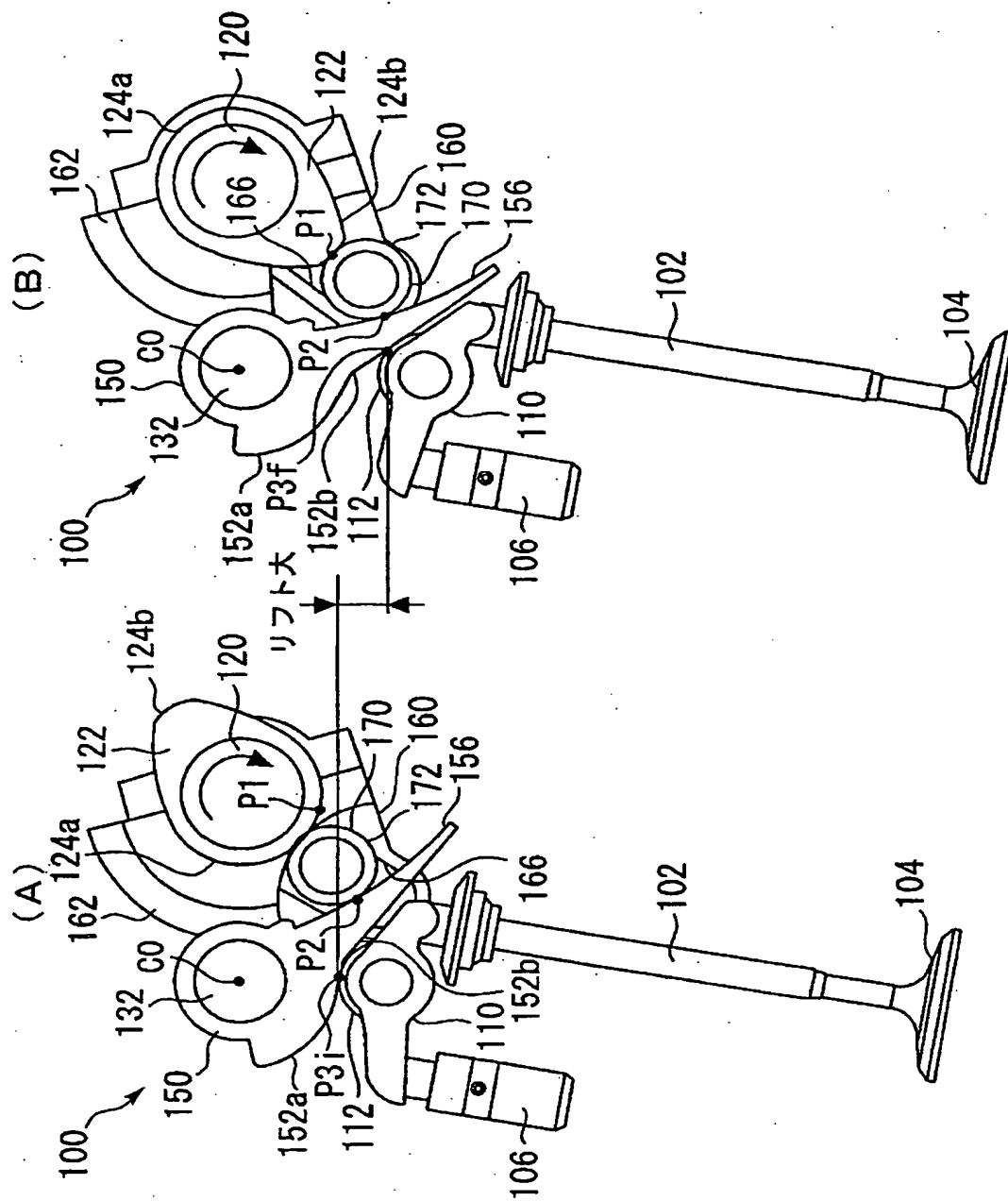
とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の可変動弁装置。

- [6] 前記回転連動機構は、前記制御軸の回転をギヤにより減速して前記制御部材に伝達する減速機構であることを特徴とする請求項1乃至5の何れか1項に記載の可変動弁装置。
- [7] 前記揺動カム面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が一定の非作用面と、前記非作用面と連続して設けられ前記非作用面から離れるに従い揺動中心からの距離が次第に大きくなるように形成された作用面とを含み、
前記揺動部材の揺動に伴い前記揺動カム面の前記バルブ支持部材との接触位置が前記非作用面から前記作用面に移動することによって前記バルブがリフトすること
を特徴とする請求項1乃至6の何れか1項に記載の可変動弁装置。
- [8] 前記中間部材は、前記駆動カムのカム面に接触する第1ローラと、前記第1ローラと同心に配置されて前記スライド面に接触する第2ローラと、前記第1ローラと前記第2ローラとを独立回転可能に連結する連結軸とを含むことを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項に記載の可変動弁装置。

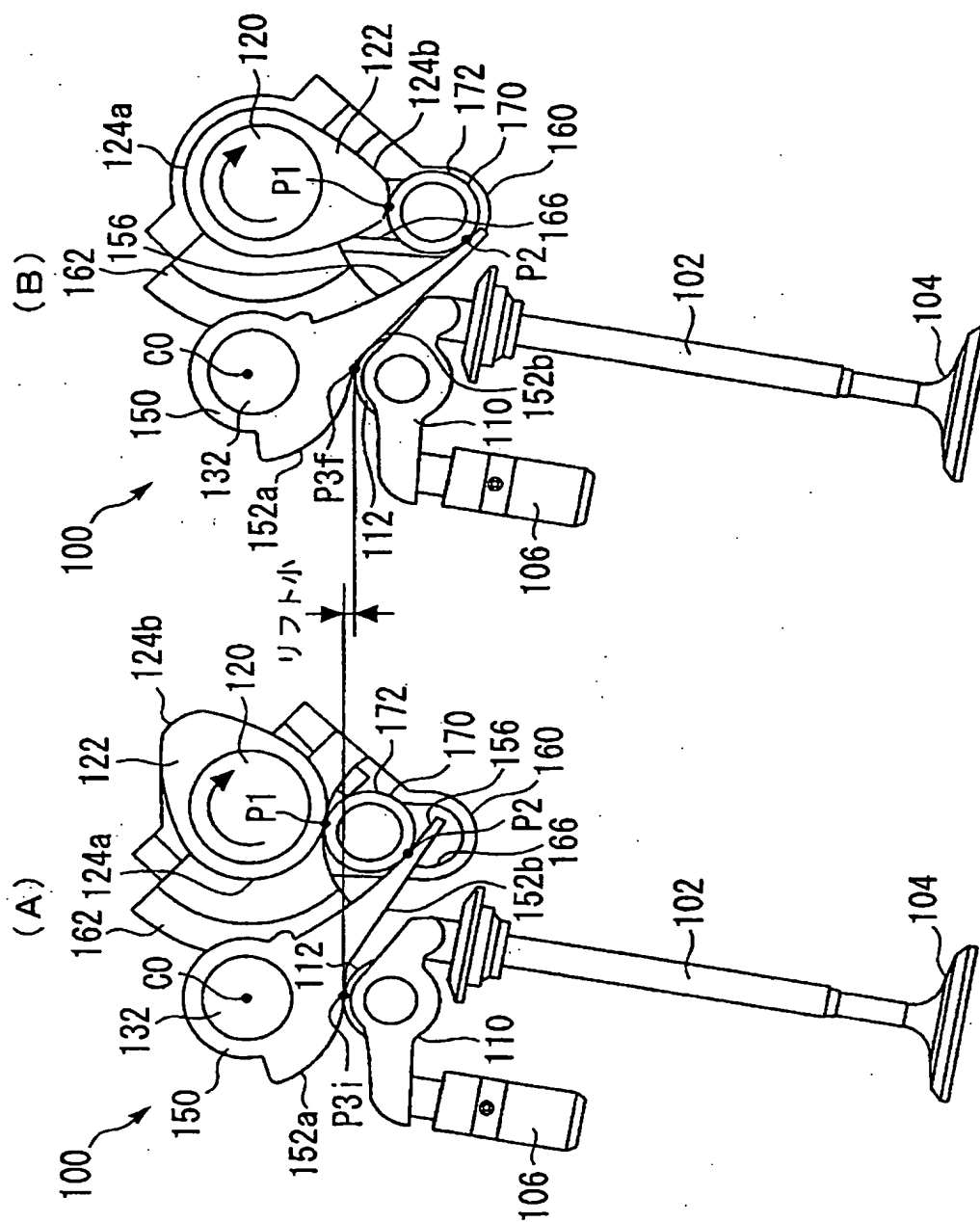
[図1]



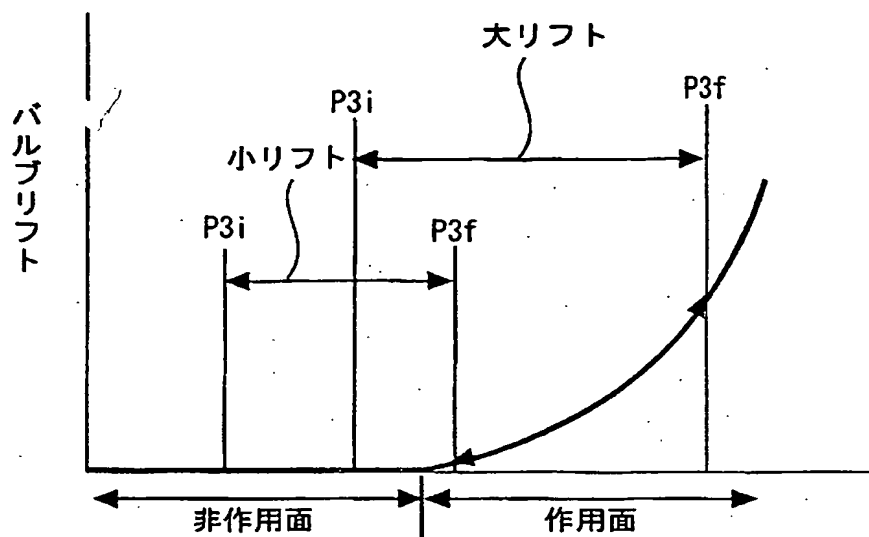
[図2]



[図3]

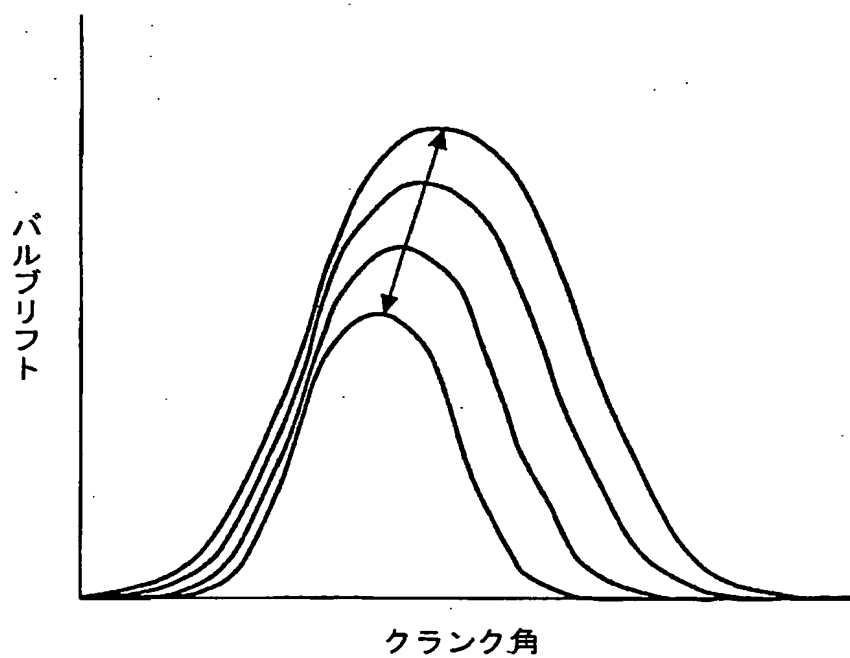


[図4]

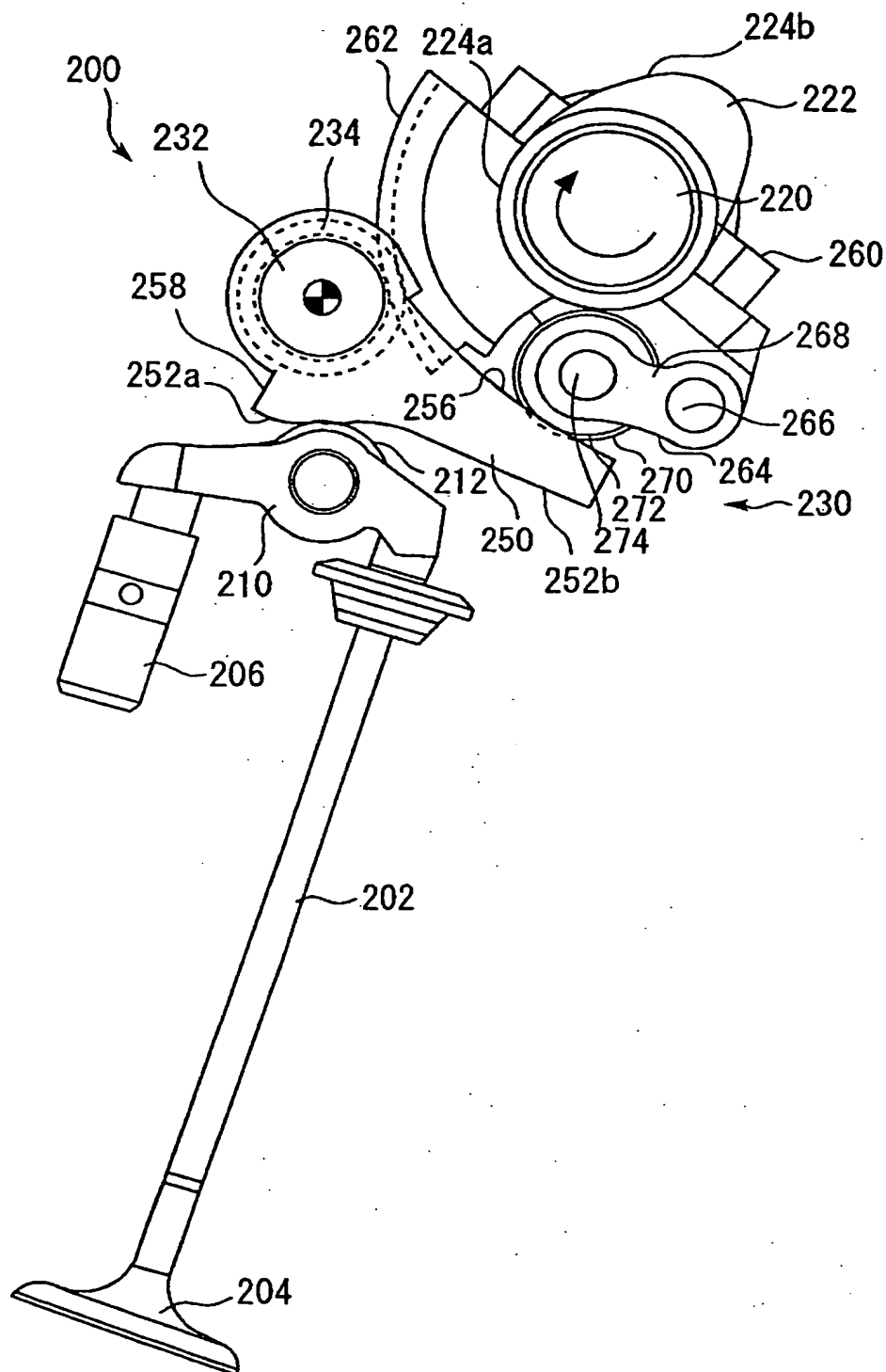


ロッカーローラの揺動カム面上での接触位置

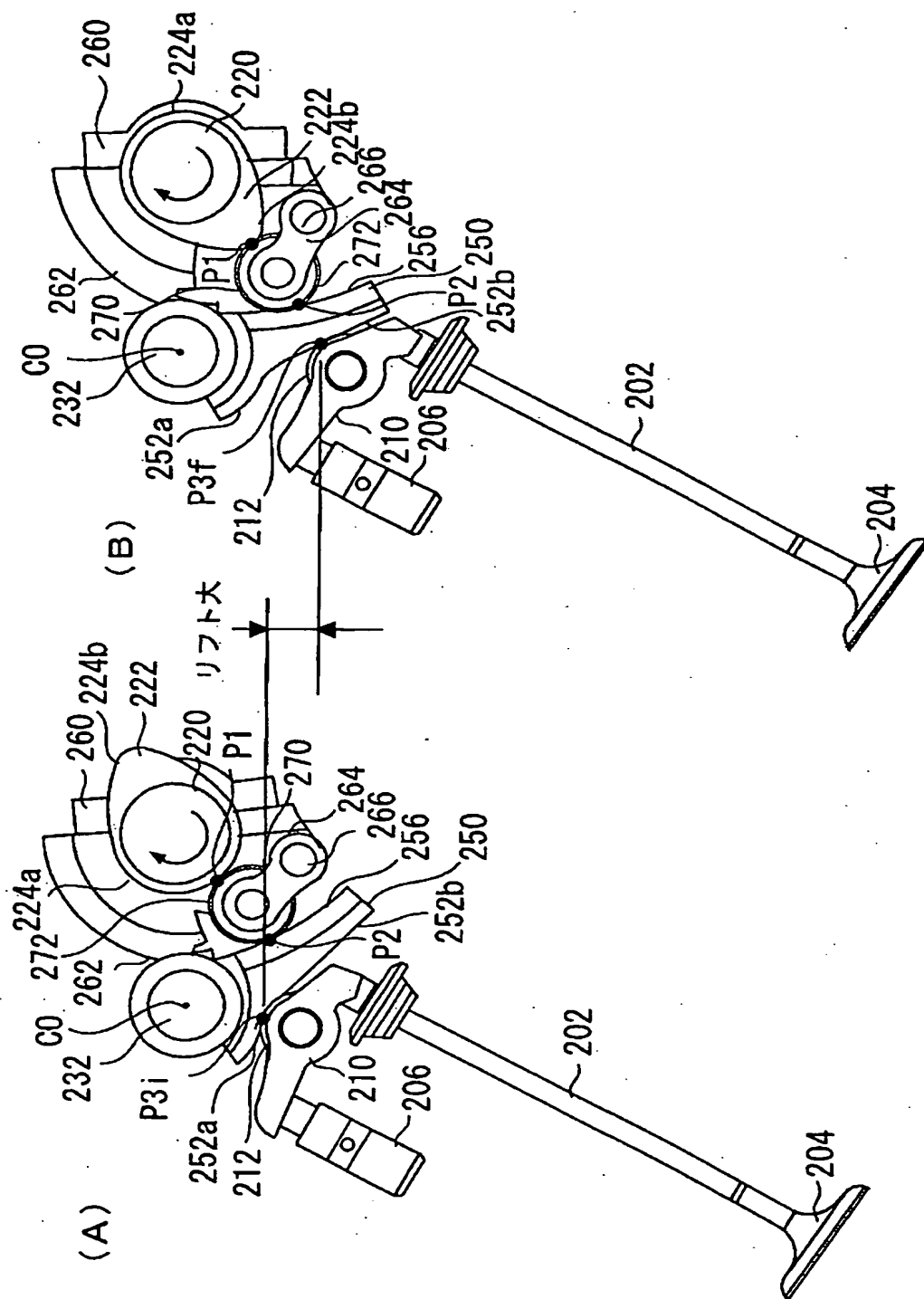
[図5]



[図6]



[図7]



[図8]

